

[illegible]

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】入力画像信号から、この入力画像信号による画像よりも高解像度の画像を形成する出力画像信号を得る画像処理装置において、

前記出力画像信号の画像の解像度と同じ解像度の画像の画像信号を記憶するフレームメモリを備え、前記フレームメモリに記憶されている画像信号による画像と、前記入力画像信号による画像との間での動きを参照して画素位置を補正をしながら、前記入力画像信号を前記フレームメモリに蓄積するようにすることで、前記フレームメモリに、前記高解像度の画像信号を生成する第 1 の解像度変換部と、

入力画像信号による画像中の注目画素についての特徴を、その注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素についての特徴によってクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている画像変換演算処理により、前記注目画素に対応する前記高解像度の画像中の複数の画素を生成することにより、前記高解像度の出力画像信号を生成する第 2 の解像度変換部と、

前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号のいずれか一方の画像信号を、前記出力画像信号として選択する出力選択部と、を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】前記出力選択部は、

前記第 1 および第 2 の解像度変換部からの画像信号による画像の動きとアクティビティとを、それぞれ所定数の画素単位で判定する判定部と、

前記判定部の判定結果に応じて、前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号のいずれか一方を、所定数の画素単位で選択する選択部と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】前記判定部は、

前記所定数の画素毎に、前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と前記第 2 の解像度変換部からの画像信号との差分値を算出する差分値算出部と、

前記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、前記差分値の絶対値が前記しきい値以上の場合には、前記所定数の画素部分が動き部分であることを示す判定値を出力し、前記差分値の絶対値が前記しきい値より小さい場合には、前記所定数の画素部分が静止部分であることを示す判定値を出力する比較部と、を有することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】前記判定部は、

前記所定数の画素毎の静止を判定する静止判定部と、前記静止判定部で前記所定数の画素部分が動き部分であると判定されるときに、前記選択部に対し、前記第 2 の

解像度変換部からの画像信号を選択して出力するようにするための信号を供給する選択信号生成部と、を有することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】前記判定部は、

前記所定数の画素毎の静止を判定する静止判定部と、前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号の、いずれの画像のアクティビティがより高いかを判定するアクティビティ判定部と、

前記静止判定部で前記所定数の画素部分が静止部分であると判定されるときに、前記アクティビティ判定部での判定結果に基づいて、前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号のうちの、前記画像のアクティビティがより高い方を選択して出力するようにするための信号を前記選択部に供給する選択信号生成部と、

を有することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】前記アクティビティ判定部は、

前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号について、それぞれ所定領域内における複数の画素の画素値のダイナミックレンジを算出して、両ダイナミックレンジを比較することにより、アクティビティの高低を判定することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】前記第 1 の解像度変換部は、

前記フレームメモリに記憶されている画像信号による画像と、前記入力画像信号による画像との間の動きを検出する動き検出部と、

前記動き検出部で検出された動きにより画素位置を補正して、前記入力画像信号を、前記フレームメモリに記憶されている画像信号に加算して蓄積する画像蓄積処理部と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】前記第 2 の解像度変換部は、

前記入力画像信号による画像中の注目画素と、その注目画素の時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素をクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出部と、

前記クラスタップ抽出部で抽出された前記クラスタップの特徴によってクラス分類するクラス分類部と、前記クラス分類部によって分類されたクラスに基づいて、当該クラスに対応する画像変換演算処理を定め、その定めた演算処理により、前記注目画素に対応する前記高解像度の画像中の複数の画素を生成することにより、前記高解像度の画像信号を生成する演算処理部と、を有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】前記クラス分類部は、

前記クラススタップの特徴を、前記クラススタップとしての前記複数の画素の画素値のパターンによってクラス分類することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】前記演算処理部では、

前記クラススタップに対応して前記入力画像信号について予め定められた領域の複数の画素と、前記クラス分類部において分類されたクラスに応じて予め設定されている前記複数の画素についての演算係数との演算を行うことにより、前記注目画素に対応する、前記高解像度の画像中の複数の画素を生成することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】前記演算処理部で用いる前記演算係数は、

前記出力画像信号と同質である教師信号から、前記注目画素に対応する複数の画素を抽出する工程と、  
前記入力画像信号と同質である生徒信号から、前記注目画素およびその時間的および空間的な周囲画素を含む複数の画素をクラススタップとして抽出する工程と、  
前記クラススタップの特徴に基づいて、前記注目画素についての特徴をクラス分類する工程と、  
前記クラス分類されたクラスに対応して、前記生徒信号から予測タップとして抽出された前記注目画素に対応した位置の複数の画素との演算により、前記教師信号から抽出された前記注目画素に対応する複数の画素と同質の出力信号を、前記生徒信号から生成するための予測係数を導出する工程とによって、前記予測係数として算出することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】入力画像信号から、この入力画像信号による画像よりも高解像度の画像を形成する出力画像信号を得る画像処理方法において、

フレームメモリに記憶されている画像信号による、前記出力画像信号の画像の解像度と同じ解像度の画像と、前記入力画像信号による画像との間での動きを参照して画素位置を補正をしながら、前記入力画像信号を前記フレームメモリに蓄積するようにすることで、前記フレームメモリに、前記高解像度の画像信号を生成する第 1 の解像度変換工程と、

前記第 1 の解像度変換工程と並列に、入力画像信号による画像中の注目画素についての特徴を、その注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数の画素についての特徴によってクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている画像変換演算処理により、前記高解像度の画像信号を生成する第 2 の解像度変換工程と、

前記第 1 の解像度変換工程で生成された画像信号と、前記第 2 の解像度変換工程で生成された画像信号のいずれか一方の画像信号を、前記出力画像信号として選択して出力する出力選択工程と、

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 13】前記出力選択工程は、

前記第 1 および第 2 の解像度変換部からの画像信号による画像の動きとアクティビティとを、それぞれ所定数の画素単位で判定する判定工程と、

前記判定工程での判定結果に応じて、前記第 1 の解像度変換工程で生成された画像信号と、前記第 2 の解像度変換工程で生成された画像信号のいずれか一方を、所定数の画素単位で選択する選択工程と、

を備えることを特徴とする請求項 12 に記載の画像処理方法。

【請求項 14】前記判定工程は、

前記所定数の画素毎に、前記第 1 の解像度変換工程で生成された画像信号と前記第 2 の解像度変換工程で生成された画像信号との差分値を算出する差分値算出工程と、  
前記差分値の絶対値と予め設定されたしきい値との比較結果に基づいて、前記差分値の絶対値が前記しきい値以上の場合には、前記所定数の画素部分が動き部分であることを示す判定値を出力し、前記差分値の絶対値が前記しきい値より小さい場合には、前記所定数の画素部分が静止部分であることを示す判定値を出力する比較工程と、

を有することを特徴とする請求項 13 に記載の画像処理方法。

【請求項 15】前記判定工程は、

前記所定数の画素毎の静動を判定する静動判定工程と、  
前記静動判定部で前記所定数の画素部分が動き部分であると判定されるときに、前記選択部に対し、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号を選択して出力するようにするための信号を供給する選択信号生成工程と、

を有することを特徴とする請求項 13 に記載の画像処理方法。

【請求項 16】前記判定工程は、

前記所定数の画素毎の静動を判定する静動判定工程と、  
前記第 1 の解像度変換工程で生成された画像信号と、前記第 2 の解像度変換工程で生成された画像信号の、いずれの画像のアクティビティがより高いを判定するアクティビティ判定工程と、

前記静動判定工程で前記所定数の画素部分が静止部分であると判定されるときに、前記アクティビティ判定工程での判定結果に基づいて、前記第 1 の解像度変換工程で生成された画像信号と、前記第 2 の解像度変換工程で生成された画像信号のうちの、前記画像のアクティビティがより高い方を選択して出力するようにするための信号を前記選択部に供給する選択信号生成工程と、  
を有することを特徴とする請求項 13 に記載の画像処理方法。

【請求項 17】前記アクティビティ判定工程は、

前記第 1 の解像度変換工程で生成された画像信号と、前記第 2 の解像度変換工程で生成された画像信号について、それぞれ所定領域内における複数の画素の画素値の

ダイナミックレンジを算出して、両ダイナミックレンジを比較することにより、アクティビティの高低を判定することを特徴とする請求項 16 に記載の画像処理方法。

【請求項 18】前記第 1 の解像度変換工程は、前記フレームメモリに記憶されている画像信号による画像と、前記入力画像信号による画像との間の動きを検出する動き検出工程と、

前記動き検出工程で検出された動きにより画素位置を補正して、前記入力画像信号を、前記フレームメモリに記憶されている画像信号に加算して蓄積する画像蓄積処理工程と、

を備えることを特徴とする請求項 12 に記載の画像処理方法。

【請求項 19】前記第 2 の解像度変換工程は、前記入力画像信号による画像中の注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数個の画素をクラスタップとして抽出するクラスタップ抽出工程と、

前記クラスタップ抽出工程で抽出された前記クラスタップの特徴によってクラス分類するクラス分類工程と、前記クラス分類工程によって分類されたクラスに基づいて、当該クラスに対応する画像変換演算処理を定め、その定めた演算処理により、前記高解像度の画像信号を生成する演算処理工程と、

を有することを特徴とする請求項 12 に記載の画像処理方法。

【請求項 20】前記クラス分類工程は、前記クラスタップの特徴を、前記クラスタップとしての前記複数の画素の画素値のパターンによってクラス分類することを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理方法。

【請求項 21】前記演算処理工程では、前記クラスタップに対応して、前記入力画像信号について予め定められた領域の複数個の画素と、前記クラス分類部において分類されたクラスに応じて予め設定されている前記複数個の画素についての演算係数との演算を行うことにより、前記入力画像信号中の前記注目画素についての、前記出力画像信号を生成することを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理方法。

【請求項 22】前記演算処理工程で用いる前記演算係数は、

前記出力画像信号と同質である教師信号から、前記注目画素に対応する複数個の画素を抽出する工程と、

前記入力画像信号と同質である生徒信号から、前記注目画素に対応した位置の複数の画素をクラスタップとして抽出する工程と、

前記クラスタップの特徴に基づいて、前記注目画素についての特徴をクラス分類する工程と、

前記クラス分類されたクラスに対応して、前記生徒信号から予測タップとして抽出された前記注目画素に対応した位置の複数の画素との演算により、前記教師信号から

抽出された前記注目画素に対応する複数の画素と同質の出力信号を、前記生徒信号から生成するための予測係数を導出する工程とによって、前記予測係数として算出することを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、低解像度の画像信号から高解像度の画像信号に変換する画像処理装置および画像処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現行のテレビジョン方式としては、1 フレーム当たりの走査線数が 525 本や 625 本などの、いわゆる標準方式と、1 フレーム当たりの走査線数がそれよりも多い高精細度方式、例えば 1125 本のハイビジョン方式など、種々のものがある。

【0003】この場合に、例えば高精細度方式に対応した機器で、標準方式の画像信号を取り扱えるようにするためには、標準方式の解像度の画像信号を高精細度方式に合致する解像度の画像信号に解像度変換する必要がある。そこで、従来から、線形補間などの方法を用いた画像信号の解像度変換装置が種々提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の解像度変換装置のあるものは、静止画像部分については劣化の少ない変換出力画像を出力することができるが、動きの大きい画像部分の場合には、画像の劣化が生じてしまうという問題があり、また、従来の解像度変換装置の他のあるものは、動きのある画像部分の場合には、劣化の少ない変換出力画像が得られるが、静止部分については、動き部分ほどの良好な画像が得られないという問題があった。

【0005】すなわち、従来は、画像の静止、動き部分の両方に的確に対応して劣化のない画像を形成することができる解像度変換装置を実現することが困難であった。

【0006】この発明は、以上の点にかんがみ、画像の静止に関係なく劣化の少ない高画質の変換画像出力が得られるようにする画像処理装置および方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、この発明による画像処理装置は、入力画像信号から、この入力画像信号による画像よりも高解像度の画像を形成する出力画像信号を得る画像処理装置において、前記出力画像信号の画像の解像度と同じ解像度の画像の画像信号を記憶するフレームメモリを備え、前記フレームメモリに記憶されている画像信号による画像と、前記入力画像信号による画像との間での動きを参照して画素位置を補正をしながら、前記入力画像信号を前記フレームメモリに蓄積するようにすることで、前記フレームメ

モリに、前記高解像度の画像信号を生成する第 1 の解像度変換部と、入力画像信号による画像中の注目画素についての特徴を、その注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数個の画素についての特徴によってクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている画像変換演算処理により、前記注目画素に対応する前記高解像度の画像中の複数画素を生成することにより、前記高解像度の出力画像信号を生成する第 2 の解像度変換部と、前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号のいずれか一方の画像信号を、前記出力画像信号として選択して出力する出力選択部と、を備えることを特徴とする。

【0008】上述の構成のこの発明においては、第 1 の解像度変換部は、フレームメモリに、画像情報を時間方向に長い期間に渡って蓄積することにより、高解像度の画像信号を形成するものである。静止画や、全画面について単純にパンやチルトをする画像に対しては、劣化の少ない変換出力画像信号が得られる。

【0009】一方、第 2 の解像度変換部は、入力画像信号による画像中の注目画素についての特徴を、その注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数個の画素についての特徴によってクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている画像変換演算処理により、前記注目画素に対応する前記高解像度の画像中の複数画素を生成することにより、前記高解像度の出力画像信号を生成するので、動き部分においても劣化の少ない変換出力画像信号が得られる。しかし、静止部分に関しては、画像情報を時間方向に長く扱う第 1 の解像度変換部よりも劣る。

【0010】この発明の画像処理装置においては、前記の各解像度変換部の特徴を考慮して、画素単位あるいは所定数の画素毎に、出力選択部により、前記第 1 の解像度変換部からの画像信号と、前記第 2 の解像度変換部からの画像信号のいずれか一方の画像信号を選択して出力することができるので、劣化の少ない高画質の変換出力画像を得ることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明による画像処理装置の実施の形態を、図を参照しながら説明する。以下に説明する実施の形態は、前述した標準テレビジョン方式（以下、SD という）の画像の解像度の画像信号を入力画像信号として、これを、ハイビジョン方式（以下、HD という）の画像の解像度の出力画像信号に変換する場合である。そして、以下に説明する実施の形態では、図 2 に示すように、SD 画像の 1 個の注目画素毎について、HD 画像の 4 個の画素を創造して、解像度変換するものである。

【0012】図 1 は、この実施の形態の画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 1 に示すように、この例では、入力画像信号は画素ごとに、第 1 の解像度変換

部の一例を構成する高密度蓄積解像度変換回路 1 1 に供給されるとともに、第 2 の解像度変換部の一例を構成するクラス分類適応処理解像度変換回路 1 2 に供給される。

【0013】高密度蓄積解像度変換回路 1 1 は、HD 相当の画像の画像信号を記憶するフレームメモリを備え、そのフレームメモリに記憶されている画像信号による画像と、SD 入力画像信号による画像との間での動きを参照して画素位置を補正をしながら、SD 入力画像信号を、そのフレームメモリに蓄積するようにすることで、当該フレームメモリに、HD 相当の出力画像信号を生成するもので、その詳細な構成については後述する。この高密度蓄積解像度変換回路 1 1 からの HD 相当の変換画像信号は、出力選択回路 1 3 に供給される。

【0014】また、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 2 は、SD 入力画像信号による画像中の注目画素についての特徴を、その注目画素と、その時間的および空間的な周囲画素とを含む複数個の画素についての特徴によってクラス分類し、分類されたクラスに対応して予め設定されている画像変換演算処理により、前記注目画素に対応する HD 画像中の複数画素を生成することにより、高解像度の出力画像信号を生成するもので、その詳細な構成については後述する。このクラス分類適応処理解像度変換回路 1 2 からの HD 相当の変換画像信号も、出力選択回路 1 3 に供給される。

【0015】出力選択回路 1 3 は、後で詳述する判定回路 1 4 と、選択回路 1 5 とからなり、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 2 からの変換画像信号とは、それぞれ、選択回路 1 6 に供給される。

【0016】また、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 2 からの変換画像信号とは、判定回路 1 4 に供給される。判定回路 1 4 では、それら 2 つの変換画像信号から、それらの画像信号による画像の動きとアクティビティとを、それぞれ所定数の画素単位で判定し、その判定結果に応じて、選択回路 1 5 を、高密度蓄積解像度変換回路 1 1 からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路 1 2 からの変換画像信号のいずれか一方を、前記所定数の画素単位で選択するように選択制御する選択制御信号を生成する。この例では、各画素ごとに、どちらの変換画像信号を選択するかを判定し、その判定出力を選択制御信号として、選択回路 1 5 に供給する。

【0017】〔高密度蓄積解像度変換回路の構成例〕図 3 は、この実施の形態に用いられる高密度蓄積解像度変換回路 1 1 の構成例を示すものである。この高密度蓄積解像度変換回路 1 1 は、シーンチェンジやズームを除いた、静止や、全画面で単純なパン、チルトの動きを持つ画像の解像度変換に有効である。

【0018】高密度蓄積解像度変換回路11は、図3に示すように、フレームメモリ110を備える。このフレームメモリ110は、HD画像相当の解像度（図2参照）の1フレームの画像信号の各画素値を格納する。

【0019】SD入力画像信号は、まず、線形補間部111に供給される。この線形補間部111は、SD入力画像信号から、線形補間により、HD画像相当の画像信号を生成し、動きベクトル検出部112に出力する。この線形補間部111での処理は、SD入力画像と、フレームメモリ110内のHD相当画像との間で動きベクトル検出を行う際に、同じ画像サイズでマッチングを行うためである。

【0020】動きベクトル検出部112では、線形補間部111の出力画像と、フレームメモリ110に蓄えられているHD画像相当の画像との間で動きベクトル検出を行う。動きベクトル検出の手法としては、例えば全面での代表点マッチングを行う。この場合、検出される動きベクトルの精度は、HD相当の画像において1画素単位分とする。つまり、SD画像の入力画像信号では、1画素分以下の精度を持つ。

【0021】動きベクトル検出部112で検出された動きベクトルは、位相シフト部113に供給される。位相シフト部113は、これに供給される動きベクトルに応じて、SD入力画像信号の位相シフトを行い、画像蓄積処理部114に供給する。画像蓄積処理部114では、フレームメモリ110に記憶されている画像信号と、位相シフト部113で位相シフトしたSD入力画像信号との蓄積処理を行い、蓄積処理した画像信号により、フレームメモリ110の記憶内容を書き換える。

【0022】画像蓄積処理部114での処理の概念図を図5に示す。図5は、説明の簡単のために、垂直方向のみについての蓄積処理を示すが、水平方向についても同様に蓄積処理が行われる。

【0023】図5において、黒丸は、実際に存在する画素であり、白丸は存在しない画素を示している。この図5では、動きベクトル検出部112において、HD相当の画像で垂直方向に3画素分の動きが検出されたので、位相シフト部で、SD入力画像信号を、その3画素分、垂直方向に位相シフトした例を示している。この場合、検出される動きベクトルの精度は、上述したように、HD相当の1画素であるので、位相シフト後のSD入力画像信号における画素位置は、図5に示されるように、フレームメモリ110に記憶されているHD画像相当の画像信号におけるいずれかの画素位置に対応するものとなっている。

【0024】そして、画像蓄積処理においては、位相シフト後の各画素と、それに対応するフレームメモリ110のHD画像相当の画像信号における各画素とを、図4に示すように、互いに加算した後、その加算出力画素により、フレームメモリ11の前記対応する画素を書き換

えるようにする。つまり、SD画像の動きに対して動き補償を行い、同じ位置にあるHD蓄積画像の画素とSD入力画像の画素の足し合わせを行うものである。なお、この足し合わせに関しては、HD蓄積画像と、SD入力画像間で重み付けを行ってもよい。

【0025】この画像蓄積処理により、元のSD画像が、HD画像の1画素単位の精度で動きベクトルに応じてシフトされて、フレームメモリ110に蓄積される結果、図4Aに示すSD画像に対して、フレームメモリ110に記憶される画像は、図4(B)に示すようなHD相当の画像となる。図4も、垂直方向のみについての説明図であるが、水平方向についても同様にSD画像からHD相当画像に変換されるものである。

【0026】上述のような蓄積処理によりフレームメモリ110に蓄積された画像信号が、HD出力画像信号として、高密度蓄積解像度変換回路11の出力として、出力選択回路13に供給される。この高密度蓄積解像度変換回路11からのHD出力画像信号は、上述したような画像の時間方向の高密度蓄積処理により生成されるものであるため、前述もしたように、シーンチェンジやズームなどを除いた、画像の静止部分や、単純なパン、チルトの動きを持つSD入力画像の場合には、劣化がなく、かつ、折り返し歪みのないHD出力画像を得ることができる。

【0027】しかし、それ以外のシーンチェンジ部分やズーム部分など、動き多い部分の場合には、以下に説明する、1個以上の所定数の画素単位でのSD-HD変換を行うクラス分類適応処理解像度変換回路の方が、高品質のHD出力画像を得ることができる。

【0028】〔クラス分類適応処理解像度変換回路の構成例〕次に、この実施の形態に用いられるクラス分類適応処理解像度変換回路について詳細に説明する。以下に説明する例では、クラス分類適応処理として、SD入力画像信号の注目画素についての特徴に応じてクラス分類を行い、クラス毎に予め学習によって獲得された予測係数をメモリに格納しておき、かかる予測係数を使用した重み付け加算式に従う演算処理によって、前記注目画素に対応する複数個のHD画素の最適な推定画素値を出力する処理を採用している。

【0029】図6は、この実施の形態に用いられるクラス分類適応処理解像度変換回路12の全体的構成例を示すものである。

【0030】処理されるべきSD入力画像信号はフィールドメモリ121に供給される。このフィールドメモリ121には常時1フィールド前のSD画像信号が記憶されている。そして、SD入力画像信号と、フィールドメモリ121に記憶されている1フィールド前のSD画像信号とは、第1領域切り出し部122および第2の領域切り出し部123に供給される。

【0031】第1領域切り出し部122は、SD入力画

10

20

30

40

50

像信号における注目画素の特徴を抽出するために予め設定された複数の画素の領域（第1領域）に基づいて、当該第1領域に含まれる複数の画素（以下に説明するようにクラスタップと称する）を切り出す処理を行う。

【0032】第1領域切り出し部122は、第1領域から切り出した複数の画素の画素値をクラスコード発生部124に供給する。クラスコード発生部124は、前記第1領域の注目画素およびその時間的、空間的周囲画素から、注目画素についての特徴を表現するクラスコードを発生し、発生したクラスコードを係数ROM125に供給する。このように、第1領域切り出し部122が切り出す複数の画素は、クラスコードの発生のために使用されるので、前述したように、クラスタップと称される。

【0033】係数ROM125は、後述するような学習によって決定される予測係数をクラス毎に、より具体的にはクラスコードに関連するアドレスに沿って、予め記憶している。そして、係数ROM125は、クラスコー

$$y = w_1 \times x_1 + w_2 \times x_2 + \dots + w_n \times x_n \quad (1)$$

ここで、 $x_1, \dots, x_n$  が各予測タップであり、 $w_1, \dots, w_n$  が各予測係数である。

【0037】次に、図7を参照して、第1領域切り出し部122で切り出されるクラスタップの例を説明する。この例では、クラスタップとして第1領域に含まれる複数の画素は、図7に示すものとされており、注目画素が含まれるフィールドと、その前のフィールドとを含むものとしている。

【0038】図7において、黒丸で示す画素は、第nフィールド（例えば奇数フィールド）の画素を示し、また、白丸で示す画素は、第n+1フィールド（例えば偶数フィールド）の画素を示しており、クラスタップは、注目画素と、その時間的および空間的に近傍の複数の画素とからなるものとされる。

【0039】そして、注目画素が第nフィールドの画素のときにおいては、図7（A）に示すようなクラスタップの構造とされており、そのnフィールドからは注目画素と、その上下の1個ずつの画素と、その左右の2個ずつ画素との7個の画素がクラスタップとして抽出され、その前のフィールドからは、注目画素に空間的に隣接する6個の画素がクラスタップとして抽出される。したがって、合計13個の画素がクラスタップとして切り出される。

【0040】また、注目画素が第n+1フィールドの画素のときにおいては、図7（B）に示すようなクラスタップの構造とされており、そのn+1フィールドからは注目画素と、その左右の1個ずつの画素との3個の画素がクラスタップとして抽出され、その前のフィールドからは、注目画素に空間的に隣接する6個の画素がクラスタップとして抽出される。したがって、合計9個の画素がクラスタップとして切り出される。

ド発生部124から供給されるクラスコードをアドレスとして受け、それに対応する予測係数を出力する。

【0034】一方、第2領域切り出し部123は、SD入力画像信号と、フィールドメモリ121が記憶している1フィールド前のSD画像信号とから、予測用の画素領域（第2領域）に含まれる注目画素を含む複数の予測用画素を抽出し、抽出した画素の値を推定演算部126に供給する。

【0035】推定演算部126は、第2領域切り出し部127からの複数の画素値と、係数ROM29から読み出される予測係数とに基づいて、以下の式（1）に示すような重み付け演算を行って、SD画像の注目画素に対応するHD画像の複数の画素値を求めて、予測HD画像信号を生成する。このように、第2領域切り出し部123が抽出する画素値は、予測HD画像信号を生成するための重み付け加算において使用されるので、予測タップと称される。

【0036】

(1)

【0041】第2領域切り出し部127で切り出される予測タップについても、この例では、上述のクラスタップと同様のタップ構造が用いられる。

【0042】次に、クラスコード発生部124の構成例について説明する。この実施の形態では、第1領域切り出し部122でクラスタップとして切り出される複数の画素値パターンを、注目画素の特徴としている。この特徴パターンは、クラスタップに応じた複数の存在することになるが、その特徴パターンのそれぞれを1つのクラスとする。

【0043】クラスコード発生部124は、第1領域切り出し部122でクラスタップとして切り出された複数の画素値を用いて、注目画素についての特徴をクラス分類して、予めクラスタップに応じて想定される複数のクラスのうちのいずれであるかを示すクラスコードを出力する。

【0044】この実施の形態においては、クラスコード発生部124は、第1領域切り出し部122の出力について、ADRC（Adaptive Dynamic Range Coding）を行い、そのADRC出力を注目画素の特徴を表すクラスコードとして発生する。

【0045】図8は、クラスコード発生部124の一例を示す。図8は、1ビットADRCによって、クラスコードを発生するものである。

【0046】ダイナミックレンジ検出回路21には、前述したように、第1領域切り出し部122から、クラスタップとして、13個あるいは9個の画素が供給される。各画素の値は、例えば8ビットで表現されている。ダイナミックレンジ検出回路21は、クラスタップとしての複数の画素の中の最大値MAXと、最小値MINとを検出し、 $MAX - MIN = DR$ なる演算によって、

ダイナミックレンジDRを算出する。

【0047】そして、ダイナミックレンジ検出回路21は、その出力として、算出したダイナミックレンジDRと、最小値MINと、入力された複数個の画素のそれぞれの画素値Pxを、それぞれ出力する。

【0048】ダイナミックレンジ検出回路21からの複数個の画素の画素値Pxは、減算回路22に順に供給され、各画素値Pxから最小値MINが減算される。各画素値Pxから最小値MINが除去されることで、正規化された画素値が比較回路23に供給される。

【0049】比較回路23には、ダイナミックレンジDRを1/2にするビットシフト回路24の出力(DR/2)が供給され、画素値PxとDR/2との大小関係が検出される。そして、図9に示すように、画素値PxがDR/2より大きい時には、比較回路23の1ビットの比較出力が“1”とされ、そうでないときは、比較回路23の1ビットの比較出力が“0”とされる。そして、比較回路23は、順次得られるクラスタップとしての複数個の画素の比較出力を並列化して13ビットあるいは9ビットのADRC出力を発生する。

【0050】また、ダイナミックレンジDRがビット数変換回路25に供給され、量子化によってビット数が8ビットから例えば5ビットに変換される。そして、このビット数変換されたダイナミックレンジと、ADRC出力とが、クラスコードとして、係数ROM125に供給される。

【0051】なお、1ビットではなく、多ビットADRCを行うようにすれば、注目画素の特徴を、より詳細にクラス分類することができることは勿論である。

【0052】次に、学習、すなわち、係数ROM125に格納する予測係数を得る処理について、図10を参照して説明する。ここで、図6のクラス分類適応処理像

$$y_k = w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn} \quad (2)$$

(k=1, 2, ..., m)

m>nの場合、予測係数w<sub>1</sub>, ..., w<sub>n</sub>は一意に決まらないので、誤差ベクトルeの要素e<sub>k</sub>を、以下の式

$$e_k = y_k - \{w_1 \times x_{k1} + w_2 \times x_{k2} + \dots + w_n \times x_{kn}\} \quad (3)$$

(k=1, 2, ..., m)

そして、以下の式(4)によって定義される誤差ベクトルeを最小とするように予測係数を定めるようにする。すなわち、いわゆる最小2乗法によって予測係数を一意に定める。

【0058】

【数1】

$$e^2 = \sum_{k=0}^m e_k^2 \quad \dots (4)$$

$$\frac{\partial e^2}{\partial w_i} = \sum_{k=0}^m 2 \left( \frac{\partial e_k}{\partial w_i} \right) e_k = \sum_{k=0}^m 2 x_{ki} \cdot e_k \quad \dots (5)$$

度変換回路12中の構成要素と同様な構成要素には、同一の参照符号を付した。

【0053】学習を行うために用いられるHD画像信号(教師信号と称する)が、間引き処理部31、および正規方程式加算部32に供給される。間引き処理部31は、HD画像信号について間引き処理を行って、SD画像信号(生徒信号と称する)を生成し、生成した生徒信号をフィールドメモリ121に供給する。図6を参照して説明したように、フィールドメモリ121には、時間的に1フィールド前の生徒信号の1フィールドが記憶される。

【0054】フィールドメモリ121の後段においては、図6を参照して上述した処理とほぼ同様な処理がなされる。但し、クラスコード発生部124が発生するクラスコードおよび第2領域切り出し部123が抽出する予測タップは、正規方程式加算部32に供給される。正規方程式加算部32には、さらに、教師信号が供給される。正規方程式加算部32は、これら3種類の入力に基づいて正規方程式を解くための計算処理を行い、予測係数決定部33は、その計算処理結果からクラスコード毎の予測係数を決定する。そして、予測係数決定部33は、決定した予測係数をメモリ34に供給する。メモリ34は、供給される予測係数を記憶する。メモリ34に記憶される予測係数と、係数ROM125(図6)に記憶される予測係数とは、同一のものである。

【0055】次に、正規方程式について説明する。上述の式(1)において、学習前は予測係数w<sub>1</sub>, ..., w<sub>n</sub>が未定係数である。学習は、クラス毎に複数の教師信号を入力することによって行う。教師信号のクラス毎の種類数をmと表記する場合、式(1)から、以下の式(2)が設定される。

【0056】

(3)で定義する。

【0057】

【0059】式(4)のe<sup>2</sup>を最小とする予測係数を求めるための実際的な計算方法としては、e<sup>2</sup>を予測係数w<sub>i</sub>(i=1, 2, ...)で偏微分し(以下の式(5))、iの各値について偏微分値が0となるように各予測係数w<sub>i</sub>を定めれば良い。

【0060】

【数2】



【0061】式(5)から各予測係数 $w_i$ を定める具体的な手順について説明する。式(6)、(7)のように $X_{ji}$ 、 $Y_i$ を定義すると、式(5)は、以下の式(8)の行列式の形に書くことができる。

【0062】

【数3】

$$X_{ji} = \sum_{p=0}^m x_{pi} \cdot x_{pj} \quad \dots (6)$$

$$Y_i = \sum_{k=0}^m x_{ki} \cdot y_k \quad \dots (7)$$

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ W_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

【0063】式(8)が一般に正規方程式と呼ばれるものである。予測係数決定部33は、上述した3種類の入力に基づいて、正規方程式(8)中の各パラメータを算出し、さらに、掃き出し法等の一般的な行列解法に従って正規方程式(8)を解くための計算処理を行って予測係数 $w_i$ を算出する。

【0064】以上のようにして、クラス分類適応処理像度変換回路12は、SD画像の注目画素の特徴をクラス分類し、分類されたクラスに基づいて、予め用意された予測係数を用いた推定演算を行うことによって、注目画素に対応するHD画像の複数画素を創造する。

【0065】したがって、SD画像の注目画素の特徴に的確に対応する予測係数を選択することができるので、そのような予測係数を使用して推定演算を行うことにより、注目画素に対応するHD画像の複数画素を良好に創造することができる。そして、動きがある場合にも劣化の少ない変換画像信号を得ることができる。

【0066】このように、クラス分類適応処理像度変換回路12では、画像の静止、動きに依存せずに、劣化の少ない変換画像信号を得ることができるが、前述したような完全な静止部分や、パン、チルトなどの画像全体の単純な動きに関しては、長いフレームの情報を蓄積することができる高密度蓄積解像度変換回路11からの変換画像信号には劣る。

【0067】この実施の形態においては、以上のような、2つの解像度変換回路11、12の特徴を生かして、出力選択回路13から、より劣化の少ない解像度変換出力画像信号を、適切に得るようにしている。すなわち、出力選択回路13では、その判定回路14で、いずれの解像度変換出力を選択するかを判定し、その判定出力により、選択回路15から、適切な解像度変換出力画像信号が得られるように制御する。

【0068】次に、判定回路14の詳細について説明すると共に、それによる選択動作について説明する。

【0069】判定回路14においては、高密度蓄積解像度変換回路11からの変換画像信号と、クラス分類適応処理像度変換回路12からの変換画像信号とが、差分値算出回路141に供給されて、両者の差分値が算出される。そして、その差分値が絶対値化回路142にて絶対値化され、比較判定回路143に供給される。

【0070】比較判定回路143では、絶対値化回路142からの差分値の絶対値が、予め定めた値より大きいとか否かを判定し、その判定結果を選択信号生成回路149に供給する。

【0071】選択信号生成回路149は、比較判定回路143から、絶対値化回路142からの差分値の絶対値が予め定めた値より大きいという判定結果を受けたときには、クラス分類適応処理像度変換回路12からの解像度変換画像信号を選択回路15で選択するようにするための選択制御信号を生成し、選択回路15に供給する。

【0072】このように選択するのは、以下のような理由による。すなわち、前述もしたように、高密度蓄積解像度変換回路11の場合、静止や単純なパン、チルトの画像では信号劣化が少ないが、回転や変形といった動きや、画像中のオブジェクトの動きに対しては、画像信号に劣化が見られる。そのため、高密度蓄積解像度変換回路11からの変換画像信号と、クラス分類適応処理像度変換回路12からの変換画像信号との両者の出力画素のレベルが極端に異なる場合は、それが前記劣化によるものと考えられる。

【0073】したがって、差分値算出回路141で算出された差分値の絶対値が、予め定めたしきい値より大きい場合には、前記のような動きにも対応できるクラス分類適応処理像度変換回路12からの変換画像信号を用いたほうが良い。以上のことから分かるように、差分値算出回路141、絶対値化回路142、比較判定回路143は、画像の静動判定回路を構成するものである。

【0074】次に、比較判定回路143で、絶対値化回路142からの差分値の絶対値が、予め定めた値より小さいと判定されたときには、選択信号生成回路149は、以下に説明するように、高密度蓄積解像度変換回路11からの変換画像信号と、クラス分類適応処理像度変換回路12からの変換画像信号のうちのアクティビティの大きい方の画素を、選択回路15から出力するようにする選択制御信号を生成し、選択回路15に供給する。アクティビティの大きい方の画素を出力することで、よりアクティビティの高いぼけのない画像を出力することができる。

【0075】なお、アクティビティの規範としては、この例では、HD相当の解像度変換出力信号についての、前記SD画像の注目画素の前後の複数画素からなる特定

領域のダイナミックレンジを用いている。

【0076】このため、判定回路14においては、高密度蓄積解像度変換回路11からの変換画像信号と、クラス分類適応処理解像度変換回路12からの変換画像信号とは、それぞれアクティビティ演算領域切り出し部144と、145とにそれぞれ供給される。

【0077】アクティビティ演算領域切り出し部144および145は、高密度蓄積解像度変換回路11およびクラス分類適応処理解像度変換回路12からのHD相当の解像度変換出力信号について、例えば図11(B)および(C)に示すような、前記SD画像の注目画素の前後の複数画素を、アクティビティ演算領域の画素として切り出す。

【0078】アクティビティ演算領域として切り出された複数画素は、それぞれダイナミックレンジ検出回路146および147に供給され、それぞれ、前記アクティビティ演算領域内のダイナミックレンジが検出される。そして、それらの検出出力が比較回路148に供給され、両者のダイナミックレンジの大きさが比較され、その比較出力が選択信号生成回路149に供給される。

【0079】選択信号生成回路149は、比較判定回路143の判定出力が、差分値の絶対値が所定のしきい値よりも小さいことを示している場合において、比較回路148の出力に基づき、アクティビティ演算領域として切り出された複数画素のダイナミックレンジが大きい方の解像度変換出力を選択して出力するようにする選択制御信号を生成して、それを選択回路15に供給する。

【0080】以上の判定回路14および選択回路15の動作を、図12のフローチャートを参照しながら、さらに説明する。この図12のフローチャートの動作は、出力判定回路13を、ソフトウェア処理により実現する場合にも相当している。以下の説明は、高密度蓄積解像度変換回路11の出力とクラス分類適応処理解像度変換回路12の出力のうち、適当な方を画素単位に選択する例について述べる。

【0081】まず、両者の画素の差分値を算出し(ステップS101)、差分値の絶対値がしきい値より大きいか否かを判定し(ステップS102)、大きい場合には、クラス分類適応処理解像度変換回路12からの変換出力画像信号を選択して出力する(ステップS107)。

【0082】次に、前記差分値の絶対値が小さい場合、前述したアクティビティ演算領域単位で、両者のアクティビティを算出し(ステップS103、S104)、算出した両アクティビティを比較し(ステップS105)、アクティビティの大きい方の画素を出力する(ステップS106、S108)。これにより、よりアクティビティの高いぼけのない画像が選択されて出力される。

【0083】なお、アクティビティの規範としては、上述の例では、図11に示したような点線で囲まれた特定

の領域内でのダイナミックレンジを用いるようにしたが、これに限られるものではなく、それ以外にも、例えば、特定領域内の分散や、注目画素とその両隣の画素の差分絶対値和等を用いることもできる。

【0084】また、以上の選択処理の説明においては、画素単位で選択する場合について説明したが、画素単位で選択するものに限定されるものではなく、ブロック単位、オブジェクト単位、フレーム単位等であってもよい。

【0085】また、以上の例では、一つの高密度蓄積解像度変換回路の出力と、一つのクラス分類適応処理解像度変換回路の出力との2者択一の選択としたが、高密度解像度変換回路および/またはクラス分類適応処理解像度変換回路をそれぞれ複数個設け、それらから、出力画像信号を選択するようにすることもできる。

【0086】さらに、クラス分類適応処理の説明における第1領域切り出し部122および第2領域切り出し部123でのクラスタップおよび予測タップは、一例であって、これに限るものでないことは言うまでもない。また、上述の説明では、クラスタップと予測タップの構造は同じものとしたが、両者は、同じ構造としなくてもよい。

【0087】また、上述の実施の形態は、SD画像からHD画像への変換について例示したが、これに限らず、あらゆる解像度の変換に応用できる。また、クラス分類適応処理と、高密度蓄積も、上述のような形態のものに限定されるものではない。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、時間方向の情報を長く扱える高密度蓄積構造とクラス分類適応処理の結果を画素ごとに選択できるため、劣化のない高画質な画像を出力できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による画像処理装置の実施の形態のブロック図である。

【図2】この発明による画像処理装置の実施の形態で行う解像度変換処理を説明するための図である。

【図3】実施の形態で用いられる第1の解像度変換部の一例の構成を示すブロック図である。

【図4】図3の第1の解像度変換部の変換処理を説明するための図である。

【図5】図3の第1の解像度変換部の変換処理を説明するための図である。

【図6】実施の形態で用いられる第2の解像度変換部の一例の構成を示すブロック図である。

【図7】第2の解像度変換部での処理動作の説明に用いる図である。

【図8】第2の解像度変換部の一部の回路の構成例を示す図である。

【図9】図8の回路の動作を説明するための図である。

【図 10】第 2 の解像度変換部の一部である係数 ROM に記憶される係数の生成方法を説明するための図である。

【図 11】この発明による画像処理装置の実施の形態における出力画像信号の選択処理の説明のために用いる図である。

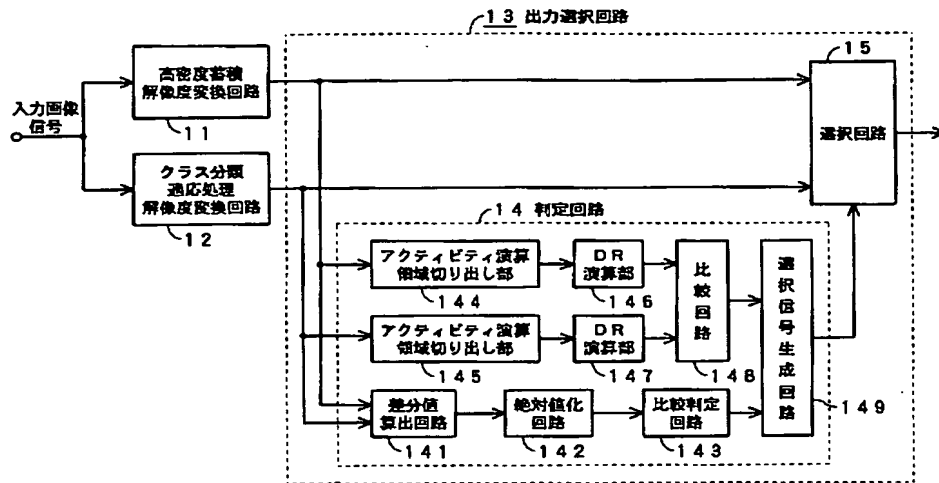
【図 12】この発明による画像処理装置の実施の形態における出力画像信号の選択処理の説明のためのフローチャートである。

【符号の説明】

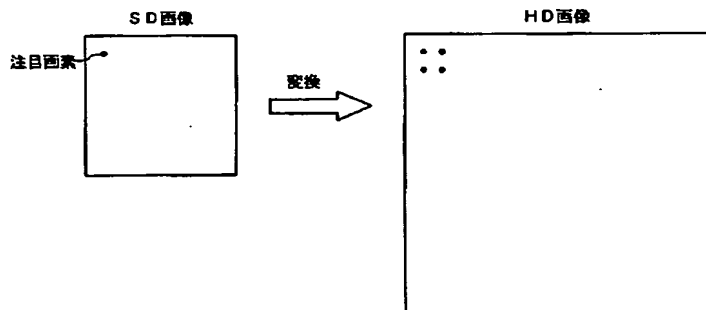
1 1 …高密度蓄積解像度変換回路、1 2 …クラス分類適

応処理解像度変換回路、1 3 …出力選択回路、1 4 …判定回路、1 5 …選択回路、1 1 0 …フレームメモリ、1 1 2 …動きベクトル検出部、1 1 3 …位相シフト部、1 1 4 …画像蓄積処理部、1 2 2 …第 1 領域切り出し部（クラスタップ切り出し部）、1 2 3 …第 2 領域切り出し部（予測タップ切り出し部）、1 2 4 …クラスコード発生部、1 2 5 …係数 ROM、1 2 6 …推定演算部、1 4 1 …差分値算出回路、1 4 2 …絶対値化回路、1 4 3 …比較判定回路、1 4 4、1 4 5 …アクティビティ演算領域切り出し部、1 4 6、1 4 7 …ダイナミックレンジ演算部、1 4 8 …比較回路、1 4 9 …選択信号生成回路

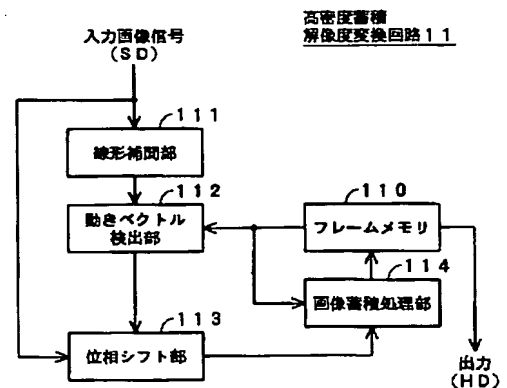
【図 1】



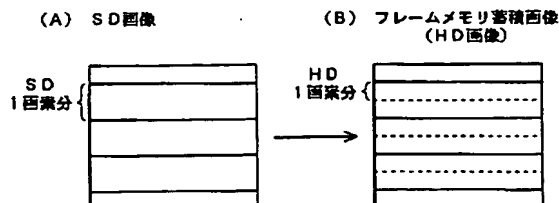
【図 2】



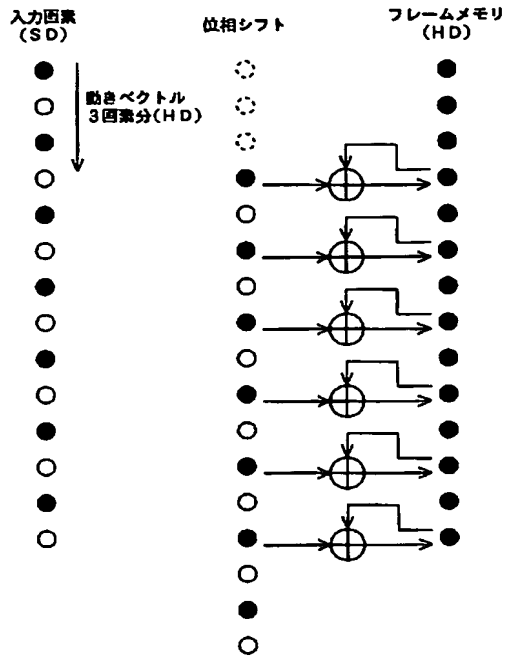
【図 3】



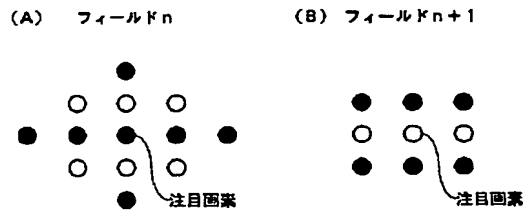
【図 4】



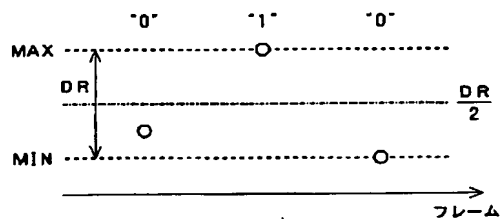
【図 5】



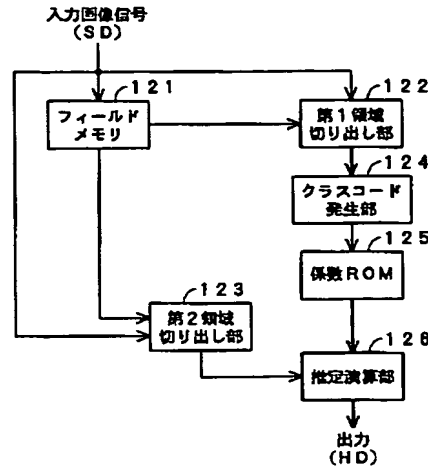
【図 7】



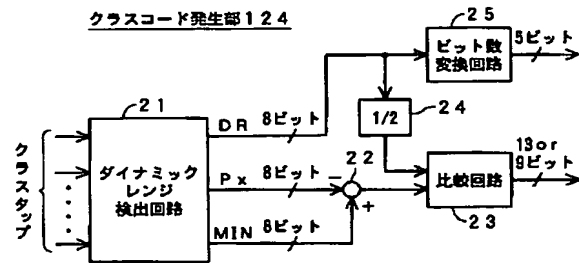
【図 9】



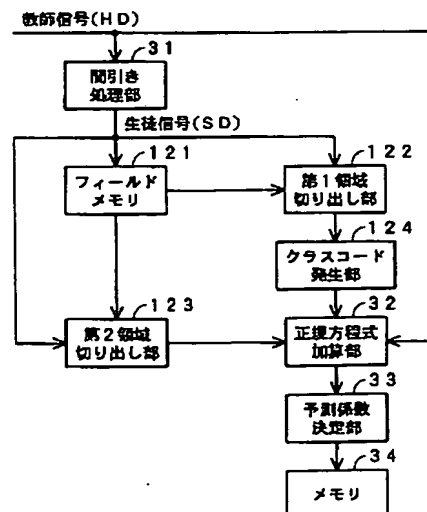
【図 6】



【図 8】

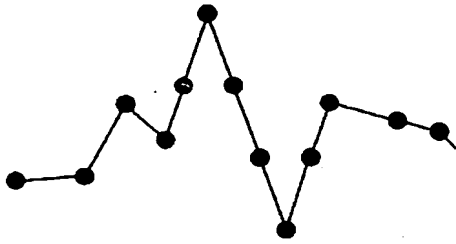


【図 10】

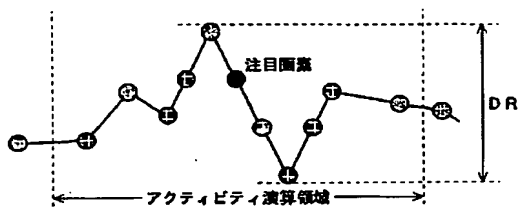


【図11】

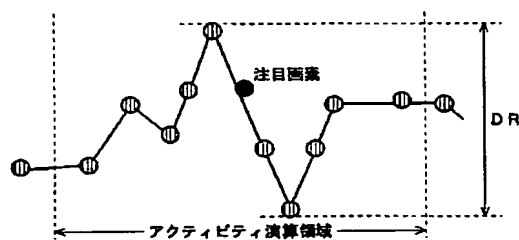
(A) 本来のHD出力



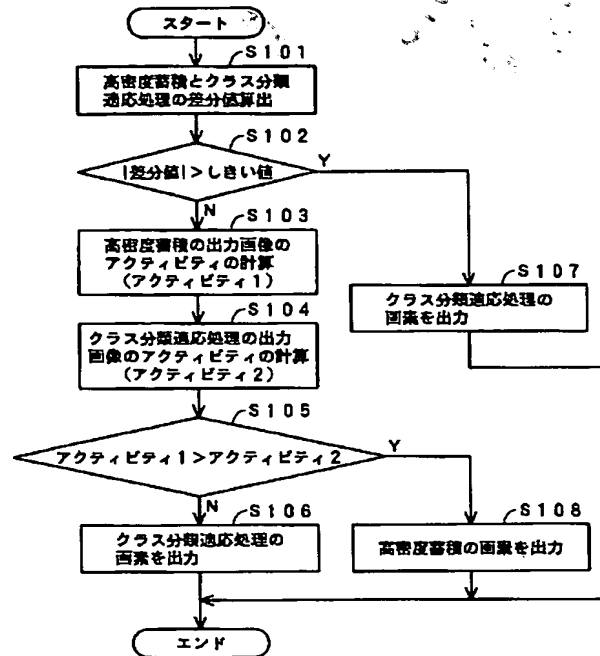
(B) クラス分類適応処理の出力



(C) 高密度画像による出力



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 野出 泰史  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(72)発明者 神明 克尚  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

Fターム(参考) 5B057 CA08 CA12 CA16 CB08 CB12  
CB16 CC01 CD05 CH01 CH11  
5C063 AA01 AA11 AB03 AB07 AB17  
AC01 BA06 BA09 BA10 BA12  
CA03 CA05 CA07 CA38